
EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS - LYON - CACHAN

Coefficients : PARIS : 10

LYON : MP 4 / MPI 3

CACHAN : 6

MEMBRES DE JURYS : Eric Bringuier, Pierre Dahoo et Virgile Viasnoff

Les principes de l'épreuve orale sont ceux qui ont été énoncés dans les précédents rapports. Nous ajoutons ici quelques remarques aux conseils donnés dans ces rapports pour réussir cette épreuve.

Le candidat doit mobiliser ses connaissances scolaires pour résoudre un problème de physique concret qui lui est soumis. La résolution doit être faite à partir des connaissances et des techniques accessibles à son niveau. Si le candidat aboutit à la conclusion que le problème posé n'est pas soluble et s'il est sûr de la physique qu'il met en oeuvre, il doit alors penser à remettre en cause sa modélisation du problème, qui peut être trop compliquée. Par exemple, étudier la conduction de la chaleur dans une plaque circulaire donne une équation aux dérivées partielles qui dépasse les capacités mathématiques exigibles si le candidat ne tient pas compte du fait que la plaque est très mince par rapport à son rayon. C'est au candidat de prendre la responsabilité d'une modélisation, quitte à la modifier s'il découvre qu'elle ne permet pas d'aboutir à un résultat ou donne au contraire un résultat trivial. La capacité du candidat à adapter sa modélisation à la fois au problème posé et au savoir-faire dont il dispose, est un élément important d'évaluation. C'est pourquoi l'étape préparatoire de modélisation ne doit pas être faite trop rapidement. Dans une modélisation, certaines grandeurs doivent être considérées comme petites ou grandes, selon la situation qui se présente. Chez certains candidats, cela implique que les unes sont négligeables (et assimilées à zéro) alors que les autres sont infinies. Il convient d'être plus nuancé en pensant à la notion de développement limité (en puissances d'un petit paramètre adimensionné) et/ou à la méthode d'approximations successives, toutes deux étudiées en mathématiques.

Les tendances masochistes observées chez certains candidats ne se limitent pas à une modélisation inutilement compliquée (l'un d'eux a voulu tenir compte de la rotondité de la Terre dans un problème impliquant une canalisation d'eau de trente mètres enfouie à un demi-mètre sous le niveau du sol). Un autre cas fréquent de masochisme consiste à ne pas utiliser la notion d'énergie (en mécanique, électromagnétisme, etc) quand celle-ci donne un résultat rapide (déjà intégré, scalaire au lieu de vectoriel, etc) et réduit ainsi le risque d'erreur inhérent aux calculs compliqués. Ce désintérêt pour l'énergie est surprenant alors que les questions d'énergie sont souvent abordées dans les médias : certains candidats semblent concevoir la physique comme une discipline spéculative alors que c'est une science du monde réel.

Le candidat doit de lui-même exposer audiblement son raisonnement à l'examinateur, qui n'a pas pour rôle de lire dans les pensées du candidat. L'épreuve, tout particulièrement orale, est aussi une épreuve de communication où la diction reflète la qualité de la réflexion. Rappelons le propos de Boileau :

« Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement
Et les mots pour le dire arrivent aisément. »

Une fois le raisonnement exposé oralement, certains candidats ne le prolongent pas par une action écrite au tableau, comme s'ils doutaient de leur raisonnement et en demandaient confirmation à l'examinateur. D'autres candidats proposent oralement plusieurs stratégies en laissant à l'examinateur le soin de choisir la bonne. Cela nuit gravement à leur évaluation. Par ailleurs, questionné sur le cours, le candidat doit savoir expliquer la signification physique d'une formule qu'il est amené à utiliser. Il doit savoir, le cas échéant, la justifier à partir de principes de physique

plus généraux. Il doit aussi connaître le champ d'application de cette formule, en particulier si la formule résulte d'une approximation. L'emploi d'une formule « par coeur » ne peut pas tirer sa justification de l'autorité (professeur ou auteur) dont elle émane. Dans le même ordre d'idées, un même problème physique peut donner lieu à plusieurs exercices, il est donc inutile de vouloir à tout prix se ramener à un exercice connu, surtout si on en a mémorisé le résultat sans l'avoir bien compris.

En demandant confirmation d'un point de l'énoncé jugé obscur ou incomplet, le candidat peut montrer qu'il a saisi la pertinence de ce point, ce qui est apprécié par l'examineur. En revanche, une demande répétée de confirmation suggère que le candidat ne sait pas résoudre le problème posé et en demande la solution à l'examineur. La démarche scientifique, sur laquelle le candidat est évalué, consiste en réalité à identifier et à exposer ouvertement les éléments de solution dont on dispose et ceux qui font encore défaut.

Nous sommes intransigeants quant à l'homogénéité des formules littérales. Un candidat capable d'affirmer qu'une énergie (en joule) peut être identique à une vitesse (en mètre par seconde) ne sait tout simplement pas de quoi il parle. Nous comprenons qu'une faute d'homogénéité puisse apparaître à l'issue d'un long calcul, mais une faute d'homogénéité directement issue d'un raisonnement dénote une incompréhension de fond. S'agissant des calculs numériques, le plus souvent des réponses numériques sont attendues et des estimations numériques peuvent être nécessaires pour élaborer la modélisation du problème. Il est donc recommandé de venir avec un instrument de calcul, même si le calcul à effectuer n'est pas d'une grande technicité. L'épreuve orale étant en temps limité, un candidat venu sans instrument de calcul s'inflige un handicap par rapport aux autres admissibles mieux équipés, même s'il dispose de grandes capacités de calcul mental.

Certains bons candidats arrivent à faire des analogies entre les différents domaines de la physique, ce qui est toujours apprécié et que le jury aimerait voir beaucoup plus. Rappelons à titre d'exemple qu'une même équation peut décrire le mouvement d'un pendule mécanique, la polarisabilité complexe d'un milieu diélectrique, la réponse d'un circuit électronique, la propagation d'un champ électrique, etc.

Certains calculs sont standard, comme la résistance d'un conducteur électrique homogène filiforme. Le candidat a intérêt à les effectuer rapidement, car il ne sera pas évalué sur ces calculs. *A contrario*, s'il ne sait pas les effectuer rapidement, son évaluation en pâtira.

Un candidat qui affirme ne pas pouvoir aboutir au résultat demandé en raison de l'inconnaitance de la constante universelle des gaz parfaits ou de la masse molaire de l'air doit s'interroger sur sa compréhension de l'objet même de l'épreuve. Dans les problèmes que nous proposons, il est rare que cet objet consiste à déterminer ce genre de grandeurs.

Remarques spécifiques. 1. Dans un problème qui met en jeu un gaz, il est d'usage, dans la plupart des cas, de faire l'approximation du gaz parfait, car elle permet des calculs simples et sa précision est souvent très bonne. Nous attendons toutefois du candidat qu'il sache énoncer qualitativement les conditions d'emploi de cette approximation.

2. Un milieu matériel ne doit pas être traité dans le cadre de la physique du vide. Par exemple, la propagation de la lumière dans un milieu ne doit pas être décrite en utilisant la permittivité diélectrique du vide.

3. En électromagnétisme, la notion d'inductance a fait l'objet d'un contresens chez plusieurs candidats. Ils ont affirmé que cette notion n'avait de sens qu'en régime variable. En réalité, cette notion est définie en régime permanent (magnétostatique) et est étendue aux régimes variables dans le cadre de l'*approximation* des régimes quasi permanents.

4. La notion de conducteur électrique est souvent mal appréhendée. Un catalogue de formules ne peut suppléer à l'indéfinition des grandeurs fondamentales mises en jeu. Par exemple, des candidats confondent la notion de charge libre (responsable d'un champ électrique macroscopique dans un milieu matériel) avec la notion de charge mobile (responsable du passage d'un courant électrique dans le milieu).

5. S'agissant d'induction électromagnétique, voici des erreurs constatées à plusieurs reprises :
i) croire que le phénomène concerne un *courant* alors qu'il concerne un *champ* électrique (l'induction est coresponsable de la propagation d'une onde électromagnétique dans le vide, milieu réputé non conducteur) ; ii) confondre, dans un milieu conducteur, le courant induit avec le courant source du champ magnétique inducteur ; iii) confondre une force de Lorentz (sur une particule chargée mobile) avec une force de Laplace (sur un milieu immobile traversé par un courant).

6. Nombre de candidats affirment que la diffraction et les interférences lumineuses sont deux phénomènes physiques distincts. Dans la grande majorité des cas, les candidats pensent que la diffraction n'est possible que si la taille caractéristique de l'objet diffractant est comprise entre 0,1 et 10 fois la longueur d'onde de la lumière. Ceci est totalement faux ; il faut plutôt comparer la différence de marche entre les deux points les plus éloignés de l'objet à la longueur de cohérence de la lumière.

Les notes vont de 1 à 20 sur vingt, avec une moyenne de 10,4 et un écart-type de 3,8.